

УДК 628.32:004

В.С. Аверьянов, А.Н. Коробочка

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ БЕСКАМЕРНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

Введение. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт автотранспорта приводят к образованию различных производственных отходов, которые при определенных условиях оказывают вредное влияние на окружающую среду. Они могут загрязнять почву, водные бассейны и атмосферу. Наиболее распространенными и массовыми производственными отходами являются отработанные водные технологические среды (технологическая вода, специальные моечные растворы) от моечных установок для наружной мойки автомобилей и их составных частей.

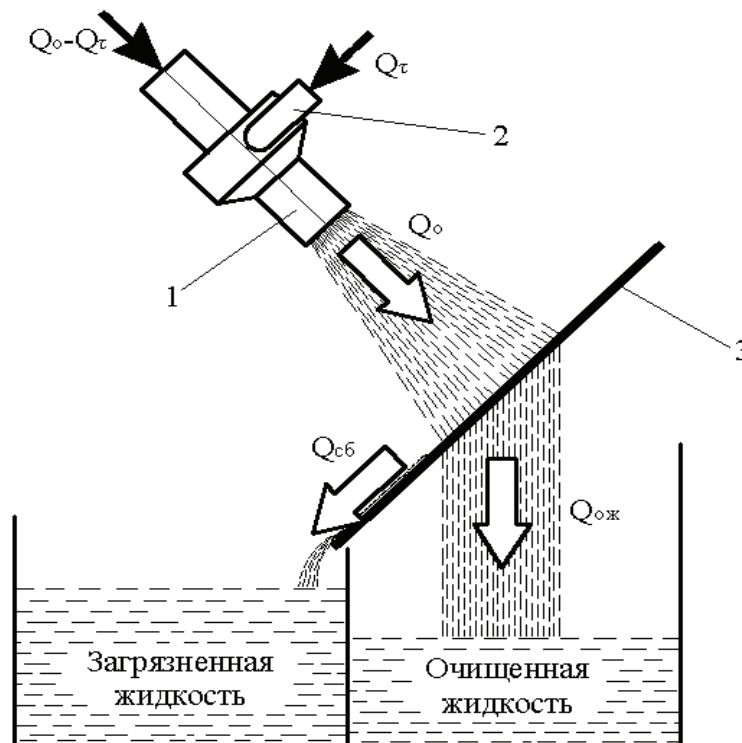
В процессе мойки автомобилей водные среды насыщаются не только твердыми веществами (гравием, песком, глиной, илом, коллоидными частицами, остатками перевозимых в кузовах автомобилей сыпучих грузов), но и смазочными маслами, остатками топлив. Для мойки снятых с автомобилей при ремонте деталей, узлов и агрегатов применяются специальные моечные машины, в которых используются в растворенном виде моющие средства – каустическая сода, тринатрийфосфат, жидкое стекло, синтетические поверхностно-активные вещества и другие щелочи. После определенного времени эксплуатации моющих растворов требуется замены на новый, а отработавший моющий раствор должен утилизироваться, так как в его состав входят вредные вещества.

Очистка жидкости от твердых загрязнений и нефтепродуктов должна осуществляться постоянно. Наличие загрязнений снижает качество моечных операций, ухудшает эксплуатационные и функциональные свойства самих водных технологических сред. Для очистки водных технологических сред применяют баки-отстойники, магнитные сепараторы, центрифуги, флотаторы, фильтровальные установки, магнитные фильтры, гидроциклоны. Однако из-за определенных требований к качеству и тонкости очистки больших расходов жидкости не все из этих устройств могут быть рекомендованы. Устройства для очистки водных технологических

сред должны быть непрерывно действующими. В ином случае требуется выделение дополнительных площадей для установки накопительных емкостей. Наиболее перспективными для очистки мутных растворов являются фильтровальные установки

Решение поставленной задачи. Традиционная технологическая схема фильтровального процесса основана на создании разности давлений жидкости перед фильтровальной перегородкой и после нее. Такая технологическая схема требует использования нагнетательной и сливной камер, между которыми располагается фильтровальная перегородка. Это, в свою очередь, требует создания эффективных и надежных устройств герметизации нагнетательной и сливной камер. Кроме того, процесс очистки жидкости от механических примесей становится периодически действующим и трудно поддается автоматизации.

Данные недостатки возможно устранить, используя энергию закрученной свободной струи жидкости. Схема процесса фильтрования с использованием энергии закрученной свободной струи жидкости представлена на рисунке 1.

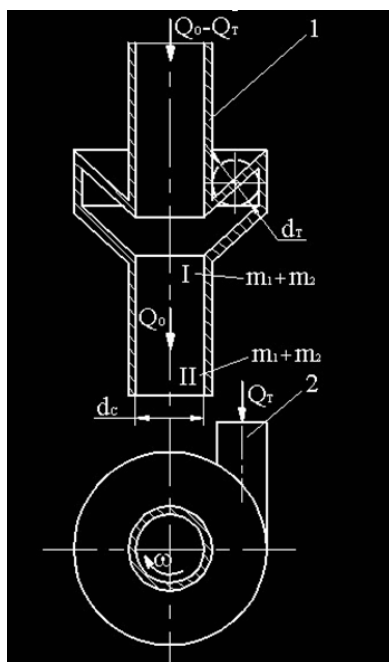


1 – сопло; 2 – тангенциально врезанный патрубок; 3 – фильтровальная перегородка

Рисунок 1 – Схема процесса безкамерного фильтрования

Загрязненная механическими примесями жидкость подается в сопло, через тангенциально врезанный патрубок 2, который служит для винтового закручивания потока жидкости. В процессе фильтрования под действием давления струи загрязненной жидкости часть общего объема жидкости проникает через фильтровальную перегородку 3. При этом твердые частицы, находящиеся в ней, задерживаются на перегородке, а очищенная жидкость поступает в емкость, расположенную за перегородкой. Остальная часть объема жидкости, не проникая за перегородку, сбрасывается обратно в емкость с загрязненной жидкостью, одновременно смывая слой осадка, образующийся на фильтровальной перегородке. Фильтровальная перегородка 3 состоит из опорной сетки, на которую устанавливаются различные фильтровальные ткани. Фильтровальная перегородка может закрепляться относительно оси сопла под углом $\alpha = 0...90^\circ$.

Конструкция применяемого на установке сопла представлена на рисунке 2. Сопло работает таким образом, что подача загрязненной жидкости осуществляется одновременно через сопло 1 и тангенциально врезанный патрубок 2. Основной объем жидкости подается через сопло 1 и представляет собой поток жидкости, скорость которого направлена вдоль оси сопла.



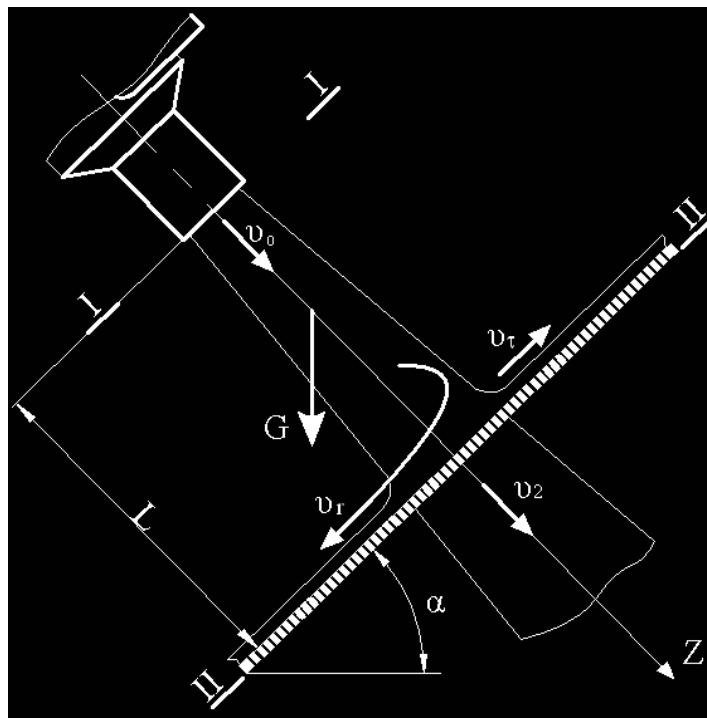
1 – сопло; 2 – тангенциально врезанный патрубок.

Рисунок 2 – Конструкция форсунки

Через патрубок 2 подается дополнительный поток жидкости, который, благодаря тангенциальному расположению патрубка относительно сопла, закручивается и, внедряясь в основной поток жидкости, приводит к появлению тангенциальной составляющей скорости ее движения в сопле. На выходе из сопла поток жидкости представляет собой винтовую закрученную компактную струю, которая имеет большой угол раскрытия и меньшую дальность по сравнению с прямой струей.

Использование сопла такого типа в фильтровальной установке приводит к уменьшению его габаритных размеров при сохранении требуемой производительности, а также увеличению срока службы фильтровальных материалов.

Рассмотрим движение жидкости в фильтровальной установке. На пути движения жидкости установлена преграда – перфорированная отверстиями плоскость (рисунок 3).



v_0, v_τ, v_r – скорости движения жидкости, м/с; L – расстояние от форсунки до фильтровальной перегородки, мм; α – угол наклона фильтровальной перегородки относительно горизонтальной плоскости, град; G – общий вес жидкости между сечениями I-I и II-II.

Рисунок 3 – Движение жидкости в фильтровальной установке

Уравнение количества движения жидкости в направлении ее движения имеет вид:

$$c \cdot \omega_1 \cdot x_0^2 + G \cdot \cos \beta = R_{II} + c \cdot \sum \omega_2 \cdot x_2^2 \quad (1)$$

где ω_1 – площадь части фильтровальной перегородки, на которую попадает струя жидкости, м²;

$\sum \omega_2$ – суммарная площадь открытых пор фильтровальной перегородки на площади ω_1 , м²;

x_0 и x_2 – скорости движения жидкости до и в фильтровальной перегородке, м/с;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

R_{II} – реакция фильтровальной перегородки, Н;

G – общий вес жидкости между сечениями I-I и II-II (рисунок 3), Н;

α – угол наклона фильтровальной перегородки относительно горизонтальной плоскости, град.

При вычислении реакции R_{II} логично принять, что давление p_R , действующее на площадь фильтровальной перегородки, определяется, как при обтекании преграды, и равно:

$$p_R = c \cdot x_0^2 + \frac{G}{\omega_1} \cdot \cos \beta, \quad (2)$$

и, соответственно, сама реакция равна:

$$R_{II} = p_R \cdot (\omega_1 - \sum \omega_2), \quad (3)$$

$$R_{II} = (c \cdot \omega_1 \cdot x_0^2 + G \cdot \cos \beta \cdot \left(1 - \frac{\sum \omega_2}{\omega_1}\right)) = (c \cdot \omega_1 \cdot x_0^2 + G \cdot \cos \beta \cdot (1 - n)), \quad (4)$$

где $n = \frac{\sum \omega_2}{\omega_1}$.

Коэффициент сопротивления фильтровальной перегородки определяется из следующего соотношения

$$R'_{ф.п} = 1 - n = \left(1 - \frac{\sum \omega_2}{\omega_1}\right). \quad (5)$$

Подставив выражение (3) в уравнение количества движения (1), после некоторых преобразований получим:

$$x_2 = \sqrt{x_0^2 + \frac{G \cdot \cos \beta}{c \cdot \omega_1}}. \quad (6)$$

Общий расход жидкости Q_o , исходящий из сопла в процессе фильтрования разделяется, как показано выше, на две составляющие:

$$Q_o = Q_{ож} + Q_{сб}, \quad (7)$$

где $Q_{ож}$ – расход очищенной жидкости, м³/с;

$Q_{сб}$ – расход сброса загрязненной жидкости, м³/с.

Расход $Q_{ож}$ можно выразить через скорость x_2 и $\sum \omega_2$:

$$Q_{ож} = \sum \omega_2 \cdot x_2 \cdot k_{п}, \quad (8)$$

где $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий проницаемость фильтровальной ткани.

С учетом зависимости (6) получим уравнение для определения расхода очищенной жидкости в процессе фильтрования без закупорки пор фильтровальной перегородки:

$$Q_{ож} = \sum \omega_2 \cdot \sqrt{x_0^2 + \frac{G \cdot \cos \delta}{c \cdot \omega_2}} \cdot k_{п}. \quad (9)$$

Целью дальнейших теоретических исследований является определение величины осевой составляющей скорости движения жидкости в струе на плоскости фильтровальной перегородки.

Выводы. Использование энергии закрученной свободной струи жидкости при бескамерном фильтровании позволит очистить ее со степенью очистки от механических примесей 90-95%. Это позволит повторно использовать очищенную техническую воду в технологических процессах на автотранспортных предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробочка А.Н., Тихонцов А.М., Захарченко А.В., Пономаренко А. Фильтровальная установка. 23.03 85., Бюл. №11 - №14.

Получено 04.05.2007 г.